

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-61421

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 33/38			G 0 1 N 33/38	
21/77			21/77	C
21/78			21/78	Z
// E 0 3 F 3/00			E 0 3 F 3/00	

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-240628

(22) 出願日 平成7年(1995)8月26日

(71) 出願人 000230571

日本下水道事業団

東京都港区赤坂六丁目1番20号

(71) 出願人 000001317

株式会社熊谷組

福井県福井市中央2丁目6番8号

(72) 発明者 木下 勲

東京都港区赤坂6丁目1番20号

(72) 発明者 門倉 信行

茨城県つくば市大字鬼ヶ窪字下山1043番1

株式会社熊谷組技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 石田 政久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリートの健全度評価方法および劣化コンクリートの補修方法

(57) 【要約】

【課題】 硫酸成分により侵食されたコンクリートの劣化深さを簡易かつ正確に測定する。

【解決手段】 コンクリート中に浸透した硫酸イオンの判定方法としては、試薬の呈色反応を利用する。例えば、クロロホスホナゾIII〔2, 7-ビス(4-クロロ-2-ホスホノフェニルアゾ)クロモトローブ酸2ナトリウム〕の0.2%水溶液を噴霧し、続いて塩化バリウムの2%水溶液を噴霧すれば、硫酸イオンの浸透部分は緑色を呈し、浸透していない部分は赤紫色を呈する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 硫酸成分により侵食されたコンクリートの劣化深さを測定するに際し、コンクリートの脆弱化部を除去した後、当該コンクリート中に存在する硫酸イオンの有無により前記劣化深さを測定することを特徴とするコンクリートの健全度評価方法。

【請求項2】 試薬の呈色反応により前記硫酸イオンの有無を測定する請求項1記載のコンクリートの健全度評価方法。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載のコンクリートの健全度評価方法によりコンクリートの劣化深さを測定した後、当該劣化したコンクリートを除去し、補修することを特徴とする劣化コンクリートの補修方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は主として硫酸成分により侵食されたコンクリートの健全度評価方法および劣化コンクリートの補修方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、下水道施設の管渠等を使用されるコンクリート部材の劣化には、下水や汚泥から発生する硫化水素が微生物の働きにより変化した硫酸に起因するものが多いことが明らかになっている。こうしたコンクリート部材を補修するには、脆弱化した部分を完全に除去し、さらに中性化部をはつり取った後、防食材料で被覆処理を行っている。この場合、中性化部の判定には、通常、フェノールフタレインによる中性化試験が用いられている。

【0003】コンクリート部材の劣化が激しい場合には、脆弱化部を除去した後の面から、さらに数mm程度内部まで中性化が進行しているが、軽微な劣化では、脆弱化部を取り除けば中性化試験の結果はアルカリ性を示し、健全であるとみなされている。このように、コンクリートの劣化の判定には、中性化を1つの指標に用いているのが現状である。

【0004】しかしながら、中性化試験においてアルカリ性を示し、健全とみなされた部分においても劣化の原因物質である硫酸イオンが浸透しており、将来劣化を惹起する虞があり、フェノールフタレインによる中性化試験だけでは不十分である。従って、劣化コンクリートの補修に際しては、劣化の指標として硫酸イオンが浸透している範囲を正確に把握し、浸透部分を全て取り除く必要がある。

【0005】一方、硫酸ナトリウム、硫酸アンモニウム、硫酸アルミニウムなどの硫酸塩に由来する硫酸イオンの浸透深さを測定する方法として、劣化したコンクリートからコアを採取して所定の深さ毎の試料を作成し、溶出試験により試料中に含まれる硫酸イオンを水中に溶出させ、その濃度を定量する方法が公知である。しかし、この方法では硫酸イオン濃度をその場で測定するこ

とができず、現場での適用には問題がある。また、硫酸塩によるコンクリート劣化の化学的メカニズムは、酸によるメカニズムとは相違することも知られている（「コンクリート構造物の耐久性シリーズ-化学的腐食」、

2. 2. 4 硫酸塩による劣化、第32～35頁、1986年12月、技報堂出版（株）発行）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、硫酸成分により侵食されたコンクリートの劣化深さを簡易かつ正確に測定することのできるコンクリートの健全度評価方法を提供し、併せて、劣化コンクリートの有用な補修方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【発明を解決するための手段】本発明に係るコンクリートの健全度評価方法は、硫酸成分により侵食されたコンクリートの劣化深さを測定するに際し、コンクリートの脆弱化部を除去した後、当該コンクリート中に存在する硫酸イオンの有無により前記劣化深さを測定することを特徴とするものである。前記硫酸イオンの有無は、試薬の呈色反応により測定することが好ましい。

【0008】本発明に係る劣化コンクリートの補修方法は、前記コンクリートの健全度評価方法によりコンクリートの劣化深さを測定した後、当該劣化したコンクリートを除去し、補修することを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明は、硫化水素や亜硫酸ガスなどが変化した硫酸成分により侵食されたコンクリートの劣化深さを測定するに際し、まず、コンクリートの脆弱化部を除去する。脆弱化部とは、硫酸成分によりコンクリートがボロボロになった部分であり、劣化の程度によりその深さは相違する。

【0010】次に、コンクリート中に浸透した硫酸イオンの有無を測定するのであるが、本発明では、コア抜きしたコンクリートを試験室に持ち帰ることなく、その場で測定することが望ましい。このような硫酸イオン有無の判定方法としては、試薬の呈色反応を利用した方法を挙げることができ、特に、次のような試薬を用いる方法を例示することができる。

【0011】①クロロホスホナゾIII〔2, 7-ビス(4-クロロ-2-ホスホノフェニルアゾ)クロモトローブ酸2ナトリウム〕の0.2%水溶液を噴霧し、続いて塩化バリウムの2%水溶液を噴霧すると、硫酸イオンの浸透部分は緑色を呈し、浸透していない部分は赤紫色を呈する。

【0012】②ジメチルスルホナゾIII〔3, 6-ビス((2-スルホ-4-メチルフェニル)アゾ)-4, 5-ジヒドロキシ-2, 7-ナフタレンジルスホン酸2ナトリウム〕の0.2%水溶液を噴霧し、続いて塩化バリウムの2%水溶液を噴霧すると、硫酸イオンの浸透部分は赤紫色を呈し、浸透していない部分は青緑色を呈す

る。

【0013】③ジニトロスルホナゾIII〔3, 6-ビス(4-ニトロ-2-スルホフェニル)アゾ〕-4, 5-ジヒドロキシ-2, 7-ナフタレンジスルホン酸4ナトリウム〕の0.2%水溶液を噴霧し、続いて塩化バリウムの2%水溶液を噴霧すると、硫酸イオンの浸透部分は青紫色を呈し、浸透していない部分は青色を呈する。

【0014】④スルホナゾIII〔4, 5-ジヒドロキシ-3, 6-ビス(6-スルホフェニル)アゾ〕-2, 7-ナフタレンジスルホン酸4ナトリウム〕の0.2%水溶液を噴霧し、続いて塩化バリウムの2%水溶液を噴霧すると、硫酸イオンの浸透部分は赤紫色を呈し、浸透していない部分は青色を呈する。

【0015】⑤0.2mol/リットルの塩化バリウム溶液と過マンガン酸カリウム溶液を3:1で混合した溶液を噴霧し、約1分間蒸留水で洗浄すると、硫酸イオンの浸透部分は赤色を呈し、浸透していない部分は紫色を呈する。

【0016】上記方法によりコンクリートの劣化深さが測定できれば、当該劣化部分を除去し、コンクリートを補修または補強する。補修または補強は、通常行われている工法と材料を用いて行うことができ、例えば、補修であれば、樹脂系、セメント系、FRP系などの補修材料を用いて、表面防護、断面補修、注入などの工法を採用することができる。

【0017】

【実施例】硫酸イオンの検出試薬による呈色反応の確認と、その有効性を把握するため、硫酸溶液中にコンクリート試験体を浸漬し、その浸漬暴露試験体を用いて、硫酸イオンの有無およびその浸透深さを測定した。

【0018】〔実施例1〕

試験方法

10×10×40cmの普通ポルトランドセメント供試体A、Bを準備し、供試体AのW/Cは55%とし、供試体BのW/Cは100%とした。この供試体A、Bを5%硫酸溶液中に20℃の一定温度下で4週間浸漬した。

【0019】試験項目および分析方法

4週間後に各試験体を取り出し、表面の脆弱化部を除去した後の試験体について、次の試験を行った。

【0020】(1) 中性化試験

試験体を割断し、その割断面にフェノールフタレイン1%溶液を噴霧し、中性化の判断を行った。

【0021】(2) 試薬⑤による呈色反応試験

試験体を割断し、その割断面に、0.2mol/リットルの塩化バリウム溶液と過マンガン酸カリウム溶液を3:1で混合した溶液を噴霧し、呈色反応の確認と呈色深さを測定した。

【0022】(3) 溶出試験による硫酸イオンの定量分析

上記呈色反応試験に用いたものと同一の割断片からコア(φ20mm)を抜き取り、そのコアをダイヤモンドカッターにて一定間隔毎に裁断した後、さらにメノウ乳鉢で微粉碎した。得られた粉末試料を蒸留水と混合し、イオンクロマトグラフを用いて溶出液中の硫酸イオン濃度を定量した。

【0023】試験結果

上記中性化試験(1)の結果では、試験体A、B共、脆弱化した部分を除去した面は赤紫色を呈し、アルカリ性を示していた。

【0024】図1と図2は、試験体A、Bにおける上記溶出試験(3)による硫酸イオンの分析結果をそれぞれ示したものであり、横軸は試験体表面の脆弱化部を除去した後の面からの深さを表し、縦軸は硫酸イオン濃度を表している。

【0025】また、図1と図2中には、前記試薬⑤を用いた呈色反応(2)による変色点を破線で示した。破線より左側の領域(図1では、表面から4~6mmまでの範囲、図2では、表面から2~4mmまでの範囲)が、硫酸イオンの浸透により試験体が赤着色した部分である。

【0026】上記試験結果から、フェノールフタレインによる中性化試験では健全と見なされた部分から、さらに数mm程度内部まで硫酸イオンの浸透が確認された。また、外部から浸入した硫酸イオンの浸透深さと、呈色反応による発色深さとはほぼ一致しており、試薬による硫酸イオンの判定方法が有効であることが判る。

【0027】〔実施例2〕

試験方法

30 実施例1で準備した供試体A、Bを5%硫酸溶液中に20℃の一定温度下で8か月間浸漬した。

【0028】試験項目および分析方法

8か月後に、各試験体を取り出し、表面の脆弱化部を除去した後の試験体について、実施例1と同様に中性化試験と試薬⑤による呈色反応試験を行った。

【0029】試験結果

40 フェノールフタレインによる中性化深さと試薬⑤による呈色深さを比較した結果、供試体A、B共、後者の方が前者よりも平均2~3mm大きい値であった。即ち、従来、コンクリートの劣化度を評価する目安として用いられている中性化試験では、硫酸イオンの浸透による劣化を判定するのは難しいことが判る。

【0030】〔比較例〕硫酸成分による劣化を判定した試薬と同じ試薬を用いて、硫酸塩による劣化コンクリートについて呈色試験を行い、両者の違いを比較した。

【0031】試験方法

50 φ10×20cmの普通ポルトランドセメント供試体C(W/C:55%)を準備し、この供試体Cを5%および10%の硫酸ナトリウム水溶液中に20℃の一定温度で12か月間浸漬した。

【0032】試験項目および分析方法

浸漬3か月毎に供試体Cを取り出し、次の試験を行った。

(1) 前記試薬②、④および⑤を用い、実施例1と同様に、呈色反応試験を実施した。

(2) 実施例1と同様、溶出試験による硫酸イオンの定量分析を行った。

(3) その他、外観目視観察や電子顕微鏡による表面観察を行った。

【0033】試験結果

呈色反応については、浸漬期間に関係なく、いずれの試薬を用いた場合も、硫酸成分による劣化のように呈色の境界が明確ではなかった。このため、本試験により硫酸イオンの浸透深さを測定することができなかった。

【0034】外観の目視や電子顕微鏡による観察では、表面から数mmの範囲内において、脱色や緻密さの欠如などが見られたが、硫酸浸漬の場合のような脆弱化は見られなかった。溶出試験による硫酸イオンの分析結果は、浸漬12か月時点において、5%硫酸ナトリウム水溶液で表面から5~10mm程度、10%水溶液で表面から10~15mm程度であった。

【0035】以上の試験結果から、硫酸ナトリウムによるコンクリートの劣化の場合には、硫酸浸漬の場合と比べて硫酸イオンの浸透深さ（硫酸浸漬の場合の脆弱化部*

＊を除去した後の浸透深さ）が深いにも関わらず、呈色試薬による硫酸イオンの判定は不確実であり、有効ではないことが判る。

【0036】

【発明の効果】本発明方法は、硫酸成分により侵食されたコンクリート中の硫酸イオンの有無を判定することにより、コンクリートの劣化深さを正確に測定することができる。また、試薬の噴霧による呈色反応を利用すれば、コンクリート中の硫酸イオン濃度を現場で測定することができ、現場に適した極めて簡便なコンクリートの健全度評価方法である。

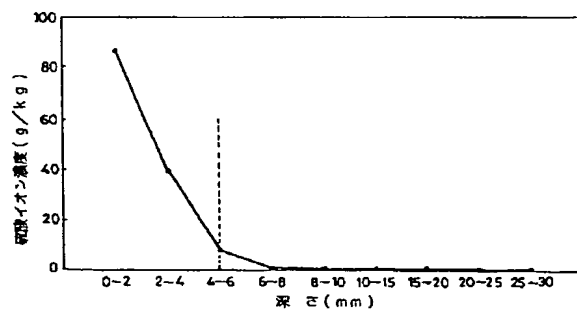
【0037】従って、本発明方法は下水道管渠および柵その他の下水道付帯設備の他、浄化槽、ビルビット、化学工場等の排水施設、化学薬品等の貯蔵タンクなど、硫酸を直接的または間接的原因とするコンクリート部材の劣化に対して、特に有用な補修方法となる。また、硫酸成分を含有する酸性雨等に起因する劣化コンクリート部材の補修に対しても有効である。

【図面の簡単な説明】

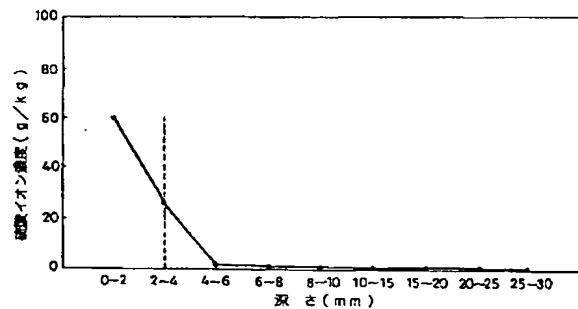
10 【図1】実施例1において、試験体Aの溶出試験における硫酸イオンの定量分析結果を示す。

20 【図2】実施例1において、試験体Bの溶出試験における硫酸イオンの定量分析結果を示す。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 静郎

茨城県つくば市大字鬼ヶ窪字下山1043番 1

株式会社熊谷組技術研究所内

(72)発明者 松村 高宏

茨城県つくば市大字鬼ヶ窪字下山1043番 1

株式会社熊谷組技術研究所内

(72)発明者 石田 良平

茨城県つくば市大字鬼ヶ窪字下山1043番 1

株式会社熊谷組技術研究所内